GEOPROCESSAMENTO PARA A ANÁLISE DA DESIGUALDADE AMBIENTAL NA SUBPREFEITURA DO BUTANTÃ

Rúbia Gomes MORATO [1]
Fernando Shinji KAWAKUBO [2]
Andréa PRESOTTO [3]
Ailton LUCHIARI [4]

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar a desigualdade ambiental existente na SubPrefeitura do Butantã, no município de São Paulo/SP. A desigualdade ambiental é o princípio pelo qual, grupos de pessoas, sejam éticos, raciais ou de classe, suporte uma parcela desproporcional das conseqüências ambientais negativas das operações econômicas, de políticas e programas federais, estaduais e locais, bem como resultantes da ausência ou omissão de tais políticas. Assim, para que haja igualdade ambiental, seria necessário que tanto as amenidades quanto os problemas ambientais fossem distribuídos de maneira igualitária entre a população. Na medida em que alguns grupos populacionais são submetidos à uma carga maior de problemas ambientais, maior a desigualdade ambiental. Os dados utilizados para análise foram o Censo 2000 realizado pelo IBGE e uma imagem de satélite. Foram consideradas as condições de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de coleta de lixo, a presença de domicílios improvisados e a arborização urbana. Para a análise e processamento dos dados, foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica. Os resultados permitiram a análise espacial da distribuição do índice de qualidade ambiental urbana. Então, pode-se localizar as áreas mais críticas, identificando-se os problemas. A população foi dividida em cinco grupos, de acordo com seu índice de qualidade ambiental. Foi calculada a renda média de cada um dos grupos. Aqueles que viviam sob condições ambientais mais favoráveis percebiam os mais altos rendimentos. Os de renda mais baixa vivam sob as piores condições. Desde modo, as condições ambientais refletem a desigualdade à que grupos sócio-econômicos estão submetidos em grandes centros urbanos como São Paulo.

INTRODUÇÃO

Para Acselrad et al. (2004), a desigualdade ambiental é sem dúvida uma das expressões da desigualdade social que marcou a história de nosso país. Os pobres estão mais expostos aos riscos decorrentes da localização de suas residências, da vulnerabilidade destas moradias a inundações, escorregamentos e à ação de esgotos a céu aberto. Há conseqüentemente forte correlação entre indicadores de pobreza e a ocorrência de doenças associadas à poluição por ausência de água e esgotamento sanitários ou por lançamento de rejeitos sólidos, emissões líquidas e gasosas de origem industrial.

A Justiça Ambiental é o princípio em que os custos ambientais e amenidades devem ser distribuídos equilibradamente na sociedade. (Harner et al., 2002, p.318).

[1] Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto – Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo, rubiagm@usp.br.
[2] Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto – Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo, fsk@usp.br
[3] Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto – Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo, prezotto@usp.br.
[4] Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto – Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo, aluchiar@usp.br.

O diagnóstico das populações mais submetidas aos problemas ambientais é particularmente relevante para comunidades não-privilegiadas, para os organismos de planejamento regional, como apoio para as formulações das políticas de Saúde Pública e Planejamento Ambiental Urbano.

O presente trabalho apresenta uma metodologia de avaliação da qualidade ambiental urbana sob a perspectiva da justiça ambiental, ou desigualdade ambiental.

DESIGUALDADE AMBIENTAL

A qualidade do ambiente urbano torna-se um dos aspectos mais importantes para a determinação da qualidade de vida da população. Sob o ponto de vista social, o aumento da conscientização de que problemas ambientais podem afetar a saúde da população, associado ao crescimento da urbanização, cria a necessidade de avaliação da qualidade ambiental das áreas urbanas.

Entende-se por Justiça Ambiental o conjunto de princípios que asseguram que nenhum grupo de pessoas, sejam éticos, raciais ou de classe, suporte uma parcela desproporcional das conseqüências ambientais negativas de operações econômicas, de políticas e programas federais, estaduais e locais, bem como resultantes da ausência ou omissão de tais políticas.

Por Injustiça Ambiental o mecanismo pelo qual sociedades desiguais destinam a maior carga dos danos ambientais a grupos sociais de trabalhadores, populações de baixa renda, grupos raciais marginalizadas e mais vulneráveis (Herculano, 2002, p.2).

Alguns autores preferem o termo Desigualdade Ambiental, (Chakraborty e Armstrong, 1997), apesar de continuarem com o mesmo enfoque em suas análises. Também preferimos este termo, pois como afirmam Silva e Barros (2002, p.375), “a qualidade de ser igual ou desigual possui caráter apenas descritivo, sem associação necessária com um juízo de valor sobre justiça ou injustiça”.

O conceito de Justiça Ambiental nasceu no final da década de 1970, nos Estados Unidos, em movimentos sociais de negros, índios, latinos e populações de baixa renda, vizinhos de depósitos de lixos químicos e radioativos e de indústrias com efluentes poluentes.

No Brasil, a temática da Desigualdade Ambiental ainda engatinha. Em setembro de 2001, foi realizado na Universidade Federal Fluminense, em Niterói (RJ), o Colóquio Internacional sobre Justiça Ambiental, Trabalho e Cidadania, quando foi criada a Rede Brasileira de Justiça Ambiental – RBJA. Esta, foi senão a primeira, uma das primeiras iniciativas de cunho acadêmico e político no Brasil, feita para discutir enfoques teóricos e implicações políticas da proposta de Justiça Ambiental (Herculano, 2002).

Várias unidades geográficas, variáveis demográficas, testes estatísticos e indicadores de riscos têm sido utilizados para avaliar a magnitude das disparidades na distribuição dos riscos ambientais. As unidades geográficas incluem estados, países, códigos postais e unidades censitárias. As variáveis demográficas abrangem a renda familiar média, a proporção de população não-branca, a porcentagem da população abaixo de determinado nível de pobreza. São aplicados testes estatísticos como Qui-Quadrado, Regressão Múltipla, Teste T, etc. (Harner, 2002, p.318-319).

O GEOPROCESSAMENTO PARA AVALIAÇÃO DA DESIGUALDADE AMBIENTAL

Recentemente as técnicas de Geoprocessamento vêm sendo cada vez mais utilizadas pela Saúde Pública. Assim, abrem-se caminhos para o estudo da dimensão espacial nos

assuntos relacionados ao Ambiente e à Saúde Pública. Numerosos autores têm valorizado a utilização destas técnicas.

Loyola et al. (2002, p.427) enfatizam que os SIGs podem ser utilizados para simplificar e sintetizar resultados complexos de análises da situação de saúde. Além disso, eles permitem definir a magnitude e a distribuição dos fenômenos de saúde e seus fatores determinantes, identificar desigualdades em matéria de saúde; identificar grupos de população que se encontram em maior risco de adoecer ou morrer; determinar a presença de necessidades de saúde insatisfeitas; estratificar epidemiologicamente os grupos vulneráveis de população; determinar prioridades de saúde e formular intervenções focalizadas e permitir que se programem e planejem atividades com maior eficácia e eqüidade.

METODOLOGIA

A metodologia proposta para a avaliação da desigualdade ambiental em áreas urbanas divide-se em duas vertentes. Na primeira, é analisada a qualidade ambiental de cada setor censitário, a partir de indicadores considerados relevantes para assegurar a qualidade de vida e a saúde da população. Na segunda, são analisadas as desigualdades espaciais na distribuição dos índices de qualidade ambiental.

A qualidade ambiental urbana, neste trabalho, é entendida como a provisão de condições adequadas para o conforto e a saúde da população. Assim, incluem-se as condições de abastecimento de água, o destino da água servida e do lixo, a ocorrência de domicílios improvisados e a presença de cobertura vegetal.

A quantidade de domicílios com disposição de abastecimento de água pela rede geral; de esgotamento sanitário pela rede geral ou fossa séptica; de domicílios improvisados e com coleta de lixo são fornecidos pelo IBGE (2002).

Pode-se obter informações à respeito da cobertura vegetal através do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI), utilizando-se imagens de sensores como o TM, e o ETM+ dos satélites americanos LANDSAT 5 e 7 respectivamente, ou o HRV do satélite francês SPOT, entre outros.

Para tornar estes indicadores básicos comparáveis e facilitar a posterior combinações das informações, foram calculados índices para cada uma das variáveis. A construção dos índices seguiu os mesmos critérios adotados pelo PNUD para o cálculo do IDH. Assim, o valor de cada índice é igual ao quociente entre: a diferença entre o valor observado e o mínimo possível; e a diferença entre os limites máximos e mínimos possíveis.

Após o cálculo dos cinco índices básicos, foi gerado o índice sintético. O Índice de Qualidade Ambiental Urbana é a média dos cinco índices básicos.

Os estudos de desigualdade ambiental, ou justiça ambiental, se preocupam em mostrar o quanto os problemas ambientais estão distribuídos de maneira desigual entre a população. Então, para analisa-la, foram considerados os desvios em torno da média. Os resultados encontrados foram normalizados para o intervalo entre 0 e 1, como os demais índices.

É importante ressaltar que a desigualdade foi analisada entre os setores censitários, e não dentro deles. O próprio IBGE considera como critério na delimitação dos setores, a homogeneidade. Então, quando há a justaposição de áreas discrepantes, elas são separadas em setores distintos.

O software utilizado foi o Sistema de Informação Geográfica ILWIS 3.2.

ÁREA DE ESTUDO

A SubPrefeitura do Butantã está situada na região oeste do município de São Paulo e possui população de 367841 pessoas, segundo o Censo realizado pelo IBGE em 2000. Esta SubPrefeitura abriga cinco Distritos: Butantã, Morumbi, Raposo Tavares, Rio Pequeno e Vila Sônia, conforme mostra a Figura 1.

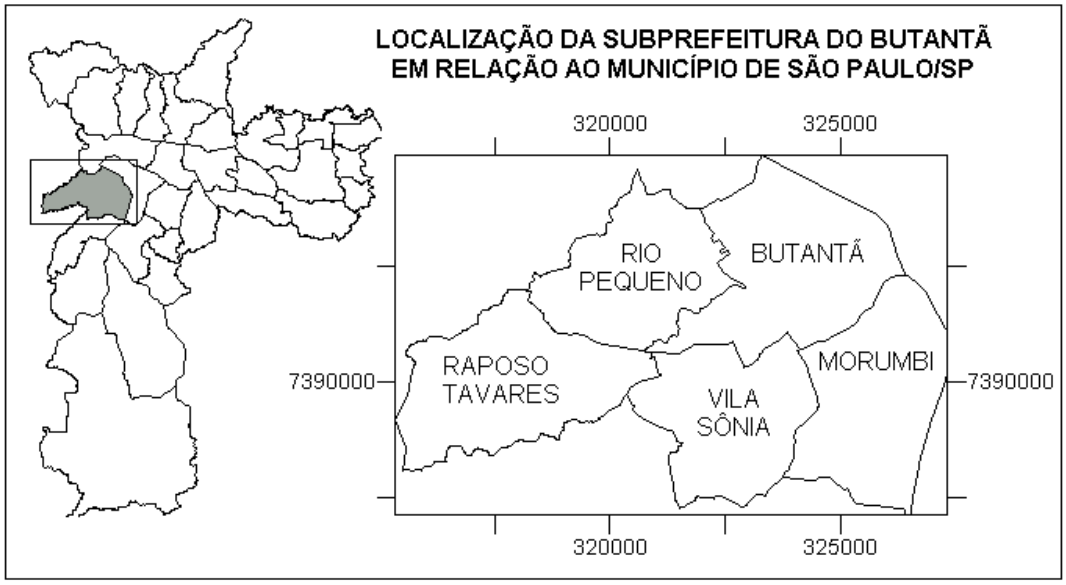

Figura 1. Área de Estudo.

Estão presentes nesta Subprefeitura tanto áreas de alto padrão, principalmente no Morumbi, como bairros de classe média até favelas. Mas de um modo geral é muito expressiva a população de médio a alto nível sócio-econômico.

Resultados

O mapa seguinte é o produto final da análise realizada. Ele mostra a dispersão da desigualdade ambiental entre os setores censitários. A média do índice foi 0.659, com o valor mínimo de zero para o setor com pior qualidade ambiental e um para o setor com a melhor qualidade ambiental.

Numa hipotética situação de igualdade ambiental, todos os setores deveriam ter índice de qualidade ambiental igual a 0.659. No mapa (Figura 2), os setores nesta situação aparecem na cor branca. Os setores azuis são os mais privilegiados, ou seja, com índice superior à média. Os setores em vermelho apresentam índice abaixo da média.

A Tabela 1 evidencia que o Índice de Vegetação é o que apresenta os valores mais baixos e com mais variabilidade. Os índices de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo estão próximos da universalização, com média sempre supeior a 95%. Há ocorrência de domicílios improvisados em poucos setores. Deste modo, o índice de Qualidade Ambiental sofre portanto, forte influência do Índice de Vegetação.

Tabela 1. Estatística Descritiva das Variáveis/Índices Considerados - SubPrefeitura do Butantã (2000)

	Índice de Vegetação	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Coleta de Lixo	Domicílios Improvisados	Qualidade Ambiental	Desigualdade Ambiental
Mínimo	0.00	0.652	0.000	0.575	0.887	0.542	0.000
Maximo	1.00	1.000	1.000	1.000	1.000	0.992	1.000
Média	0.25	0.995	0.952	0.996	0.997	0.839	0.659
Desvio Padrão	0.15	0.027	0.161	0.028	0.011	0.049	0.109

O Índice de Desigualdade Ambiental foi obtido a partir dos desvios entorno da média da Qualidade Ambiental. Para ressaltar as diferenças os resultados foram reescalonados para o intervalo entre 0 e 1. A média reescalonada foi 0.659.

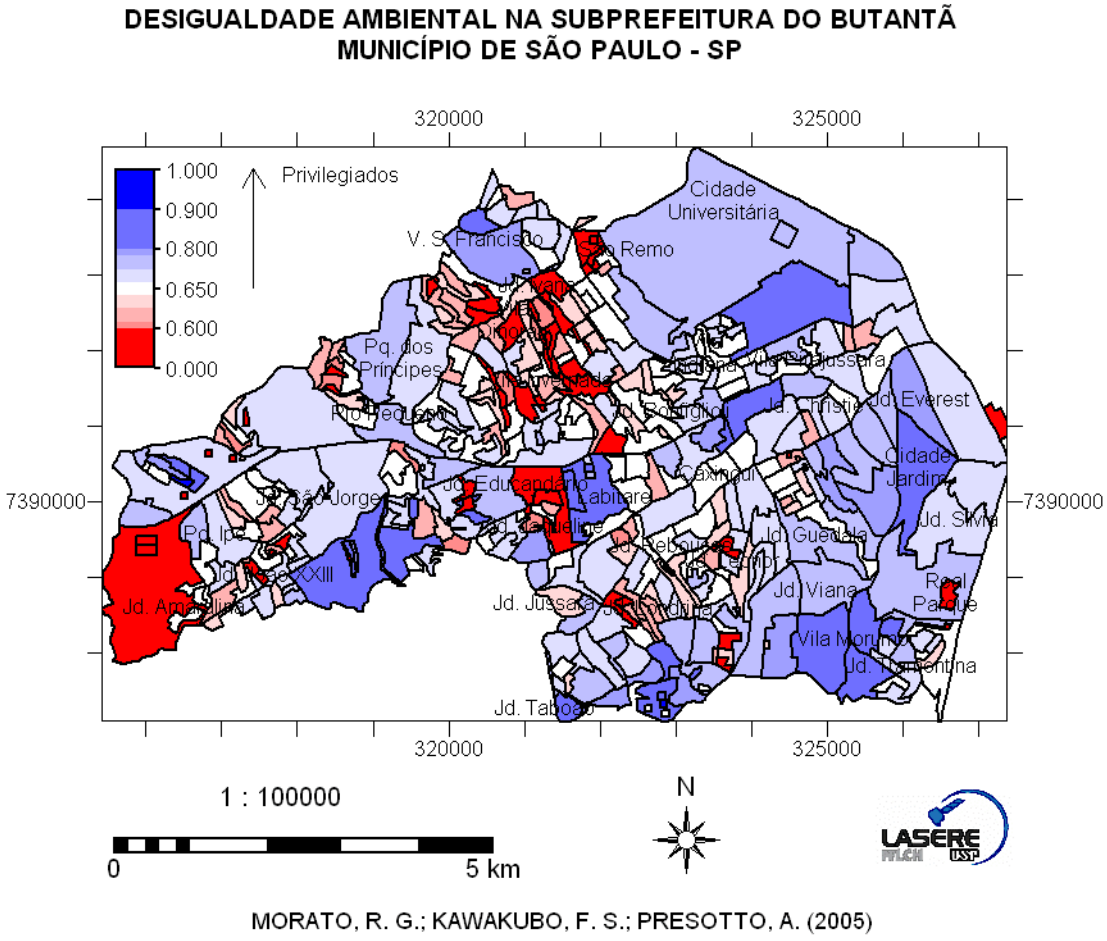

Figura 2. Mapa de Desigualdade Ambiental no Butantã.

Nos Distritos do Morumbi, Butantã e Vila Sônia predominaram os índices mais elevados. Nos Distritos de Rio Pequeno e Raposo Tavares foi constatada mais desigualdade, com uma maior presença de setores de índices mais baixos no Rio Pequeno.

Os setores censitários foram divididos em cinco grupos, de acordo com o índice de qualidade ambiental. Então, foi obtida a renda média de cada um dos grupos, para constatar se a qualidade ambiental tinha alguma relação com a renda dos responsáveis pelos domicílios. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Relação entre o Índice de Qualidade Ambiental
e a Renda Média dos Responsáveis pelos Domicílios

Índice de Qualidade Ambiental	População	Porcentagem	Rendimento médio (R$)
0.9 a 1.0	1340	0.36	7409,83
0.8 a 0.9	22286	6.06	4839,84
0.7 a 0.8	79331	21.57	3463,59
0.6 a 0.7	211898	57.61	1856,08
Até 0.6	51082	13.89	871,49

Assim, observa-se uma forte relação entre o rendimento médio e o índice de qualidade ambiental urbana. As populações de rendimento mais baixo residem nas áreas com os piores índices de qualidade ambiental urbana.

Os rendimentos médios obtidos são altos para grande parte da área de estudo. Mesmo entre os setores mais ricos, a relação entre qualidade ambiental e rendimento médio apresenta uma nítida tendência linear.

Os cinco grupos são apresentados a seguir:

Grupo A – 0.9 a 1.0 – Possui os índices mais elevados para todas as variáveis, destacando-se pela forte presença de cobertura vegetal nas ruas arborizadas, parques e praças de bairros de alto padrão. Os setores censitários localizam-se principalmente no Distrito do Morumbi, seguido pela Vila Sônia e Butantã e em poucos setores do Rio Pequeno e Raposo Tavares. Incluem-se neste pequeno grupo formado por 0.36% da população setores de bairros como Cidade Jardim, Vila Morumbi, Vila São Francisco, Jd. Tramonitano e Paineiras do Morumbi. A renda média dos responsáveis pelos domicílios é de R$ 7.410,00 e apresentam-se no mapa em azul escuro.

Grupo B – 0.8 a 0.9 – Possui altos índices para todas as variáveis, com significativa arborização urbana. Os setores situam-se principalmente nos Distritos do Morumbi, Butantã e Vila Sônia. A renda média dos responsáveis pelos domicílios é de R$ 4.840,00 e no mapa estão em azul médio. Constituem 6.06% da população, apesar da área que ocupam, devido à baixa densidade demográfica. Isso pode ser percebido pela presença de setores censitários mais extensos. Estão neste grupo setores do Jd. Everest, J. Viana, Jd. Guedala, Pq. dos Príncipes, Vila São Francisco, Labitare e Caxingui.

Grupo C – 0.7 a 0.8 – Está pouco acima da média geral, sendo o segundo grupo mais populoso com 21.57% da população. Os índices de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo e presença de domicílios improvisados são muito favoráveis, porém os índices de vegetação são menores que nos dois grupos anteriores. A renda média é de R$ 3.460,00 e no mapa são representados em azul claro. A densidade demográfica é maior, pois ocorrem freqüentemente em áreas verticalizadas. Aparecem nos cinco distritos em bairros como Vila Indiana, Vila Pirajussara, Caxingui, Rio Pequeno, Jd. Educandário, Jd. Vazami e Vila Rute.

Grupo D – 0.6 a 0.7 – Abriga mais da metade de população (57,61%). No mapa é assinado no gradiente que vai do azul claro (0.7) ao vermelho claro (0.6), passando pelo branco (0.650). São áreas de alta densidade demográfica, observados pela pesquena extensão dos setores. A renda média é de R$ 1860,00. Fazem parte desse grupo setores dos bairros como Caxingui, Rio Pequeno, Jd. São Jorge, Jd. Jaqueline, Pd. Ipê, Jd. das Vertentes, Jd. Rebouças e Jd. do Lago.

Grupo E – até 0.6 – São os setores com mais baixa qualidade ambiental, frequentemente localizados em favelas, desprovidas de infra-estrutura básica. Estão neste grupo 13.89% da população com o menor rendimento médio, R$ 870,00. Incluem-se setores do Real Parque, São Remo, Educandário, Jd. Jaqueline, Jd. Londrina, Vila Dinorah e Jd. Ivana.

CONCLUSÕES

A metodologia proposta foi eficaz para a avaliação da desigualdade ambiental. O Geoprocessamento, por meio da análise espacial, teve contribuição fundamental, permitindo a localização das áreas com problemas ambientais urbanos.

A estratificação segundo a magnitude dos problemas ambientais foi essencial para a identificação dos grupos populacionais mais vulneráveis. Estas informações são valiosas para a intervenção dos órgãos de Planejamento Ambiental Urbano e de Saúde Pública, subsidiando a formulação de políticas públicas.

A inclusão da vegetação como um indicador de qualidade ambiental urbana foi um diferencial, já que as metodologias similares se apoiam muito mais em dados populacionais.

O Sensoriamento Remoto, por meio de técnicas como a construção de índices de vegetação a partir de imagens de satélite, apresentou grande eficiência.

Na SubPrefeitura do Butantã, a vegetação mostrou-se distribuída com maior desigualdade entre a população. Ao contrário, os indicadores mais freqüentemente utilizados como abastecimento de água e coleta de lixo se aproximam da universalização. A vegetação foi portanto, o indicador mais determinante para a avaliação da qualidade ambiental urbana.

O rendimento dos responsáveis pelos domicílios teve forte correlação espacial tanto com a qualidade ambiental urbana como com a distribuição da vegetação.

As áreas com os piores índices estão desprovidas praticamente de todos os serviços públicos e são resididas pela população de renda mais baixa. Apenas as áreas com péssimas condições ambientais são acessíveis à população mais pobre, freqüentemente, em favelas.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; HERCULANO, S., PÁDUA, J.A. **Justiça Ambiental e Cidadania**. Rio de Janeiro: Ed. Relume-Dumará, 2004.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro v.12, n.3, p.389-397, jul-set.1996.

CHIESA, A. M.; WESTPHAL, M. F.; KASHIWAGI. N. M. Geoprocessamento e a Promoção da Saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, FSP/USP, v.36, n.5, p.559-67, 2002.

HARNER, J.; WARNER, K.; PIERCE, J.; HUBER, T. Urban Environmental Justice Indices. **The Professional Geographer**, Malden, v. 54, n.3, p.318–331, 2002.

HERCULANO, S. Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil. In: I ENCONTRO DA ANPPAS, 2002, Indaiatuba/SP. **Anais**. Indaiatuba: ANPPAS, 2002.

IBGE. Base de Informações por Setor Censitário: Censo Demográfico 2000 – **Resultados do Universo** (São Paulo/SP). Rio de Janeiro, IBGE (CD). 2002.

LOYOLA, E.; CASTILHO-SALGADO, C.; NÁJERA-AGUILAR, P.; VIDAURRE, M.; MUJICA, O. J.; MARTINEZ-PIEDRA, R. Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. **Pan. Am. J. Public Health** v.12, n.6, p.415-428, 2002.

LUCHIARI, A. Identificação da Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas por meio de Produtos de Sensoriamento Remoto e de um Sistema de informação Geográfica. **Revista de Departamento de Geografia**, São Paulo, FFLCH/USP, n.14, p.47-58. 2001.

MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S.; LUCHIARI, A. Mapemento da Qualidade de Vida em Áreas Urbanas: conceitos e metodologias. **Revista Terra Livre**. São Paulo. N.21 v.2 jul/dez.2003c. p.241-248.

MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S.; LUCHIARI, A. Avaliação da Qualidade de Vida por meio de Técnicas de Geoprocessamento. In: I SEMINÁRIO DE PESQUISA EM GEOGRAFIA FÍSICA, 2003, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Pós-graduação em Geografia Física - USP, 2003a. p.636-652.

MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S.; LUCHIARI, A.. O Geoprocessamento como subsídio à Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana. In: I SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE, 2003b, Presidente Prudente. **Anais**. Presidente Prudente: Unesp/AGB, 2003.

MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S., LUCHARI, A. Geografia da Desigualdade Ambiental na Subprefeitura de Campo Limpo, Município de São Paulo. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia/GO. **Anais**. São José dos Campos/SP: Inpe, 2005.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um Estudo de Ecologia e Planejamento da Paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP).** São Paulo, Humanitas/FFLCH/USP, 236p, 2001.

SILVA, J. B.; BARROS, M. B. A. Epidemiologia e desigualdade: notas sobre a teoria e a história. **Pan Am J Public Health** v.12, n.6, p.375-383, 2002.

STARFIELD, B. Equity and health: a perspective on nonrandom distribuition of health in the population. **Pan Am J Public Health** v.12, n.6, p.384-387, 2002

WESTEN, C.; FARIFTEH, J. ILWIS - Integrated Land and Water Information System. **User's Guide**. Enschede, ITC - International Institute for Aerospace Survey & Earth Sciences, 511p. 1997.